地球大数据助力均衡发展评估

刘雅莉[1] 王艳芬[1,2*] 杜剑卿[1,2] 郭华东[3,4] 吴炳方[1,3] 傅伯杰[1,5]

1 中国科学院大学 资源与环境学院 北京 100049

2 燕山地球关键带与地表通量国家野外科学观测研究站 北京 101408

3 中国科学院空天信息创新研究院 北京 100094

4 可持续发展大数据国际研究中心 北京 100094

5 中国科学院生态环境研究中心 北京 100085

摘要 受资源和环境等外界条件制约，以及联合国可持续发展目标（SDGs）间权衡作用影响，全球可持续发展存在一定的不均衡性，这主要体现为SDGs间和地区间发展的不均衡。深入认识并努力降低这种不均衡性对于全面实现SDGs至关重要。文章探讨了地球大数据如何助力SDGs间及地区间的均衡发展评估，指出地球大数据能够为目前达成度较差的人类基本生活需求类和环境保护类SDGs提供更新更及时、空间分辨率更高的数据产品，从而深入认识不均衡性的表现和成因，明晰制约均衡发展的核心问题，为SDGs间或地区间的协同发展提供科学依据，进而促进SDGs的全面实现。

关键词 可持续发展目标，地球大数据，均衡发展，协同，权衡

DOI 10.16418/j.issn.1000-3045.20210630002

2015年联合国制定了17个可持续发展目标（SDGs），期望于2030年在全球范围内同时实现所有目标[1]。自SDGs发布以来，各国政府为此付出了巨大努力，但是目前距离其全面实现仍有很大差距。《2020年全球可持续发展评估报告》显示，不同SDGs在全球范围内的平均得分相差甚远，其中得分最低的SDG 9（产业、创新和基础设施）仅有42.98分（满分100分）；同时，各国SDGs的达成度也存在较大差距，高收入国家的SDGs平均得分约为低收入国家的1.53倍[2]。总体而言，现阶段全球可持续发展存在严重的不均衡性，主要体现在SDGs间的不均衡[3-5]及地区间的不均衡[2]，且受新冠肺炎疫情影响呈现出进一步加剧的趋势[6]，严重阻碍了SDGs的全面实现。

*通信作者

资助项目：中国科学院国际合作局国际大科学计划培育专项（121311KYSB20170004），国家自然科学基金（42041005、42001267）

修改稿收到日期：2021年7月26日

目前，关于可持续发展中不均衡性的认识仍不甚清晰，主要原因有 2 个方面：① 评估方法的局限性；② 数据的滞后性及分辨率低。尽管联合国在发布时明确强调了 17 个 SDGs 的同等重要性，但已有的评估方法普遍使用 17 个 SDGs 的平均得分来衡量达成度[2,7]，而忽略了不同 SDGs 达成度间的差异及起到的作用[8]，这可能会得出片面的结果。特别是当 SDGs 间存在权衡作用时[9]，可能会阻碍 SDGs 的全面实现[4]。近期，有研究采用改进的扇形雷达图方法定量表征了不同 SDGs 发展状况间的均衡度，从 SDGs 平均达成度和 SDGs 间均衡度 2 个维度重新定义了可持续发展指数，提出了均衡发展的概念并阐释了其对实现 SDGs 的意义，预期能够推进对不均衡性的研究和认识[4]。

除了评估方法的局限性外，数据获取能力的不足也严重制约了对 SDGs 不均衡性的科学认识[10]。SDGs 涵盖了经济、社会、环境等各个要素，为了快速把握某类目标的发展状况，基于傅伯杰等[11]提出的“分类—统筹—协作”的观点，本文将 17 个 SDGs 进一步划分为四大类——人类基本生活需求（以下简称“基本需求”）、环境保护、社会进步和经济发展（图 1）。目前，全球范围内 SDGs 间发展的不均衡性主要体现在经济发展和环境保护，以及基本需求和环境保护之间[2]。已有 SDGs 不均衡性的研究普遍以粗粒度的统计为主——时间分辨率多为“年”，空间分辨率多为行政区域，这对于研究时空变异较大的基本需求类目标（如粮食产量和水资源等）和环境保护类目标（如森林覆盖率、自然生态系统固碳能力、土地退化等）中的具体指标是不够的，难以体现相关指标的空间分布格局和动态变化特征，从而严重限制了对于 SDGs 不均衡性的完整表达、及时与全面评估。在此背景下，更新更及时、时空分辨率高的地球大数据有望弥补这一短板[12]，有助于深入认识发展不均衡的问题，助力 SDGs 的全面实现。

地球大数据是具有空间属性的地球科学领域大数据，尤其指基于空间技术生成的海量对地观测数据[13]，包括陆地、海洋、大气及人类活动相关的数据，具有海量、多源、多时相、高度集成等特点[12,14,15]。中国科学院于 2019 年发布了地球大数据科学工程数据共享服务系统，提供对地观测、生物生态、大气海洋等数据，截至 2021 年数据量达 5.02 PB①，为地球科学研究提供了强大的数据支撑。事实上，目前地球大数据能够提供的数据和信息涵盖了基本需求类的部分 SDGs（SDG 2：零饥饿、SDG 6：清洁饮水和卫生设施）及环境保护类的多数 SDGs（SDG 13：气候行动、SDG 14：海洋生物、



图 1 “分类—统筹—协作”原则下 SDGs 分类图

Figure 1 Categories of 17 Sustainable Development Goals based on principle of “classification–coordination–collaboration”

① 中国科学院 A 类战略性先导科技专项地球大数据科学工程 . 地球大数据共享服务系统 . [2021-07-22]. http://data.casearth.cn/.

SDG 15：陆地生物）[16]。因此，本文将围绕SDGs间和地区间的均衡发展问题，讨论地球大数据如何通过助力均衡发展评估促进SDGs的全面实现。

1 SDGs间的均衡发展

1.1 SDGs间不均衡性产生的原因

受到资源和环境条件等因素的影响，不同SDGs间可能存在天然的不均衡性。此外，不同SDGs之间并不是相互独立的，而是普遍存在协同或权衡关系[17,18]。其中，权衡关系也会导致SDGs发展的不均衡性，制约SDGs的全面实现[9]，特别体现在经济发展类SDGs和环境保护类SDGs间[5,19]。从全球尺度来看，SDG 6（清洁饮水和卫生设施）的实现将使其他SDGs更加容易实现[18]；SDG 10（减少不平等）、SDG 12（负责任消费和生产）和SDG 13（气候行动）与其他SDGs间的权衡作用最强，尤其是在高收入国家[9]。就中国而言，尽管近十几年来其可持续发展取得了较大的进展，但是依然面临着SDGs之间发展不均衡的问题，经济快速发展与城市化进程加快[20,21]在一定程度上挤压了大型城市群范围内的自然栖息地，导致SDG 14（水下生物）和SDG 15（陆地生物）等指标发展滞后，减缓了中国整体的可持续发展进程[4]。

因此，无论是从理论上对于SDGs间联结途径的描述，还是基于数据的统计分析，都表明SDGs间的权衡作用是客观存在的[22]。故而SDGs间的不均衡发展极有可能对部分SDGs的达成产生不可逆转的负面影响，阻碍SDGs的全面实现。

1.2 SDGs间不均衡发展带来的问题

SDGs间的不均衡发展会产生一系列问题。在高收入国家中，近年来的环境保护类SDGs发展进程普遍较差，与其他SDGs之间的权衡关系也最强，成为限制高收入国家SDGs实现的瓶颈；与之相反，在低收入国家中环境保护类SDGs的达成度相对较高，但是基本需求类SDGs的达成度普遍较差，贫困、粮食短缺、医疗条件和能源匮乏是低收入国家目前面临的主要问题[2]。在保障人类基本需求的压力下，低收入国家很可能会走上牺牲环境、发展经济的道路。例如，在非洲刚果和南美亚马孙河流域，随着人口数量增加，为保障粮食生产和经济发展，加速毁林造田和木材采伐导致了森林面积的快速下降[24]，严重影响了SDG 12（负责任消费和生产）和SDG 15（陆地生物）的实现。

就中国而言，基本需求类和经济发展类SDGs同环境保护类SDGs间的不均衡发展也长期存在，并带来了一系列的环境问题[24]，如：不合理的能源消费[25,26]、水环境和空气污染[27,28]、地下水超采[29,30]、生物多样性丧失[31,32]。这些问题同样源自人口数量增加和城市化进程加快所带来的粮食、能源等需求压力。近年来，中国政府推动的生态文明建设、京津冀协同发展等国家战略正是为了改善这种SDGs间的不均衡状况，以推进SDGs的全面实现[4]。

1.3 地球大数据助力SDGs间均衡发展

SDGs间的不均衡性主要体现在环境保护类SDGs与其他SDGs间，特别是基本需求类和经济发展类SDGs。以往研究中使用的数据普遍来源于统计口径，对于经济发展类SDGs而言，统计数据的更新普遍较为及时；而很多环境保护类SDGs的统计数据普遍存在滞后性，且更新周期较慢（表1）。此外，大多环境保护类SDGs具体指标的年际波动较大且具有明显的季节特征，难以支撑及时的可持续发展评估，如：空气污染指数、污水排放、植被覆盖等指标。受限于数据的滞后性和长更新周期，基于传统方法的统计数据很难及时获取SDGs发展现状和近期变化规律，因而限制了政策的制定与调整。

地球大数据能够提供宏观、动态、客观的监测数据，更新速度快且具有较高的时空分辨率，能够有效助力SDGs均衡发展（表2）。目前，在《地球大

数据支撑可持续发展目标报告（2020）》中，利用地球大数据开展了6个SDGs下的19个指标的监测与评估，包括SDG 2（零饥饿）、SDG 6（清洁饮水与卫生设施）、SDG 11（可持续城市和社区）、SDG 13（气候行动）、SDG 14（水下生物）和SDG 15（陆地生物）[16,33]，为统计数据提供了补充，其对于旨在促进SDGs间均衡发展的政策制定和适应性管理具有重要意义。例如，近期一项研究利用地球大数据获取了中国北方典型干旱区——内蒙古的净初级生产力（NPP），用以表征内蒙古的生态环境变化，及时地评估了实施严格的水资源管理措施前后干旱区经济发展和环境保护间围绕水资源的权衡和协同关系变化，为促进干旱区可持续发展的政策制定提供了科学依据[34]。

2 地区间的均衡发展

2.1 地区间的不均衡性

表1 中国经济发展与环境保护相关数据的更新周期和最新数据年份②

Table 1 Data update frequency and latest data of China's SDGs indicators related to economic development and environmental protection

经济类指标	更新周期（年/次）	最新数据年份	环境类指标	更新周期（年/次）	最新数据年份
国民总收入	1	2020年	水资源总量	1	2020年
国内生产总值	1	2020年	地表水资源量	1	2019年
人均国内生产总值	1	2020年	地下水资源量	1	2019年
国民总收入指数	1	2020年	人均水资源量	1	2019年
国内生产总值指数	1	2020年	废水排放总量	1	2016年
人均国内生产总值指数	1	2020年	废水主要污染物排放量	1	2019年
国内生产总值分行业增加值	1	2020年	烟（粉）尘排放量	1	2017年
国内生产总值分行业增加值指数	1	2020年	二氧化硫排放量	1	2019年
资本形成总额	1	2020年	氮氧化物排放量	1	2017年
居民消费水平	1	2019年	林业用地面积	5	2019年
三次产业构成	1	2020年	森林面积	5	2019年
三次产业国内生产总值贡献率	1	2020年	人工林面积	5	2019年
三次产业对国内生产总值增长的拉动	1	2020年	森林覆盖率	5	2019年
最终消费支出对国内生产总值增长贡献率	1	2020年	造林总面积	1	2020年
资本形成总额对国内生产总值增长贡献率	1	2020年	当年人工造林面积	1	2020年
货物和服务净出口对国内生产总值增长贡献率	1	2020年	当年飞机播种面积	1	2019年
支出法生产总值	1	2020年	封山育林面积	1	2019年
最终消费	1	2020年	草原总面积	1—2	2017年
			可利用草原面积	≥10	2013年

② 国家统计局．中国统计数据．http://www.stats.gov.cn/tjsj/.

表2　支撑可持续发展评估的地球大数据特点[33] ③

Table 2　Big Earth Data supporting sustainable development assessment

地球大数据共享服务系统数据集	数据特点	如何助力	针对SDGs
《2010—2016年耕地保护空间化数据集（耕地面积、基本农田面积）》	空间分辨率：分地市	空间位置信息与属性信息相统一	SDG 2
《2010—2016年农业产量空间化数据集（油菜、林果等经济作物产量、玉米、小麦、水稻等粮食作物产量；畜禽产量）》	空间分辨率：分地市	空间位置信息与属性信息相统一	SDG 2
《2018年全球重点区域内陆水体透明度》	空间分辨率：10 m	提高空间分辨率	SDG 6
《中国沼泽湿地数据集（2015年）》	利用遥感影像作为分类数据源，逐级分层分类，分类精度在95%以上	提高分类精度	SDG 6
《中国红树林数据集（2015年和2018年）》	中国红树林的分类精度在92%以上	提高分类精度	SDG 6
《中国互花米草数据集（2015年和2018年）》	中国互花米草的分类精度在92%以上	提高分类精度	SDG 6
《1990—2015年“一带一路”（含中国）人口超过30万城市建成区数据》	从433个城市不透水面产品，转换为建成区数据集	提高空间分辨率	SDG 11
《2009—2019年玉树地震恢复重建及可持续发展状况监测产品》	结合县级总初级生产力数据	提高空间分辨率	SDG 11
《2015和2018年两期全国城市开放公共空间面积比例数据集》	空间分辨率：1 km	提高空间分辨率	SDG 11
《泛第三极关键节点区域高分辨率格网化气温数据集（2000—2016年）》	时间分辨率：1 d； 空间分辨率：1—10 km	提高时空分辨率	SDG 13
《未来气候变化情景下近期中国主要作物物候集合概率预测数据集》	校验后的作物产量模拟精度达到90%以上	提高精度	SDG 13
《2005—2015年胶州湾、大亚湾和三亚湾海湾水化学数据集》	时间分辨率：季/2005—2015年	提高时间分辨率	SDG 14
《“一带一路”沿线海域海水表面温度数据集（1981—2016年）》	时间分辨率：1 d； 空间分辨率：1—10 km	提高时空分辨率	SDG 14
《基于多源遥感数据的印度洋海表CDOM吸收系数产品》	时间分辨率：8 d； 空间分辨率：1 km	提高时空分辨率	SDG 14
《2000—2020年“一带一路”1 km MODIS土地覆被数据》	空间分辨率：1 km	提高空间分辨率	SDG 15
《2000—2015年全球500 mMODIS森林覆盖度》	时间分辨率：1 A； 空间分辨率：500 m	提高时空分辨率	SDG 15
《2010—2016年森林覆盖空间化数据集（全域森林覆盖率、建成区绿化覆盖率）》	空间分辨率：分地市	空间位置信息与属性信息相统一	SDG 15
《2018年长江流域森林类型分布数据集》	空间分辨率：10 m； 总体分类精度为83.25%	提高分辨率，提高分类精度	SDG 15
《1975—2015年长时间序列北方半干旱区及周边沙漠化动态数据产品》	时间序列：1975—2015年	延长时间尺度	SDG 15

③ 中国科学院 A 类战略性先导科技专项地球大数据科学工程 . 地球大数据共享服务系统 . [2021-07-22]. http://data.casearth.cn/.

地区间可持续发展达成度的不均衡性是限制 SDGs全面实现的另一个挑战。从全球范围来看，高收入国家（主要是欧美国家）SDGs 的平均达成度远高于亚洲、拉丁美洲和非洲等中低收入国家，不同地区间的可持续发展状况极不均衡[2]。同时，发达国家日益显著的“溢出效应”可能会破坏其他国家实现 SDGs 的努力，导致发展中国家落实 SDGs 时的能力受到遏制[35]，进而加剧地区间的不均衡性。就中国而言，不同地区间也存在不均衡性问题：发达省份的发展状况优于欠发达省份；同时，发达省份也面临着城市快速扩张带来的生态环境问题，制约了其近年来的可持续发展速度[4,7]。这种地区间的不均衡性甚至会导致一定区域内部不同国家或地区围绕特定资源或问题的冲突，进而影响区域总体发展[36]。

例如，咸海萎缩就是中亚诸国之间发展不均衡导致的问题。由于资源条件和经济发展水平不同，咸海流域上、下游国家围绕水资源分配和用水补偿之间的矛盾导致了咸海生态环境的持续恶化，最终影响了流域整体的可持续发展[37]。因此，无论是在全球、国家还是地区层面上，实现区域内均衡发展是促进可持续发展全面实现的重要途径。

2.2 地球大数据助力地区间均衡发展

了解资源、环境、人口等要素的空间分布格局和动态变化特征是实现地区间均衡发展的前提，在此基础上才能够提出有效的资源配置和生态补偿等政策方案。基于统计口径获取的上述数据一般具有滞后性且空间分辨率较低（一般以行政区为单元），难以及时发现问题发生的地点和所带来的影响；而地球大数据具有易获取、更新更及时、分辨率高的特点[12]，打破了统计数据行政区域的束缚，涵盖了不同的空间尺度[38]，能够精准地发现问题并评估影响[39]，可为政策制定提供更精准的数据，助力区域整体的可持续发展。

以围绕水资源的流域内协同发展为例，流域上、下游地区在保障粮食安全、生活和生态用水基本需求的前提下，有望在制定合理的生态补偿标准下通过水资源的优化配置，提高流域整体的水资源利用效率，从而实现流域整体的可持续发展，但其前提是了解并预测水资源的时空变化特征，精准核算基本生态需水量、基本生活用水量和保障粮食安全的农业用水量。依托统计数据开展的研究只能精确到行政区，无法描述水资源的空间分布，也无法实现对变化趋势的预测，而这正是地球大数据的优势所在。在地球大数据的支持下，可获取流域土地覆被类型、降水和蒸发量数据，构建自然与人工引起的蒸散分离模型，推算流域可允许的耗水量[41]，从而实现“青山”与“绿水”、流域上游与下游间的权衡。

3 建议与举措

可持续发展的不均衡性是全面实现 SDGs 面临的重要挑战。其中，SDGs 间的不均衡性主要体现在环境保护和基本需求类 SDGs 之间，而地区间的不均衡性则主要源自资源占有量和资源利用效率上的差异。地球大数据因其高时空分辨率特征，能够弥补统计数据在评估上述不均衡性问题时存在的数据缺乏和不完整、不精细等缺陷，为制定均衡发展政策提供更加准确、客观的数据支撑，助力 SDGs 的全面实现。在今后的研究中，地球大数据还能发挥其在数据获取上的优势，精准刻画相关目标的时空变化特征，深入解析它们同其 SDGs 间的相互作用关系和机制，促进均衡发展。

针对地区间的不均衡性，应将地球大数据与统计数据相结合，剖析地区间不均衡性的成因，寻找促进地区间协同发展的“抓手”（如资源等）；进一步结合资源、环境、人口等要素的空间分布格局和动态变化特征，围绕资源配置与补偿制度制定合理可行的协同发展策略，推动地区间的均衡发展，实现区域整体的可持续发展。

参考文献

1 United Nations. Transforming Our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development. New York: United Nations, 2015.

2 Sachs J, Kroll C, Lafortune G, et al. The Decade of Action for the Sustainable Development Goals: Sustainable Development Report 2021. Cambridge: Cambridge University Press, 2021.

3 McGowan P J K, Stewart G B, Long G, et al. An imperfect vision of indivisibility in the Sustainable Development Goals. Nature Sustainability, 2019, 2(1): 43-45.

4 Liu Y L, Du J Q, Wang Y F, et al. Evenness is important in assessing progress towards sustainable development goals. National Science Review, 2020, doi: 10.1093/nsr/nwaa238.

5 Pradhan P, Costa L, Rybski D, et al. A systematic study of sustainable development goal (SDG) interactions. Earths Future, 2017, 5(11): 1169-1179.

6 Naidoo R, Fisher B. Sustainable Development Goals: Pandemic reset. Nature, 2020, 583: 198-201.

7 Xu Z C, Chau S N, Chen X Z, et al. Assessing progress towards sustainable development over space and time. Nature, 2020, 577: 74-78.

8 Fu B J, Zhang J Z, Wang S, et al. Classification–coordination–collaboration: A systems approach for advancing Sustainable Development Goals. National Science Review, 2020, 7(5): 838-840.

9 Pradhan P. Antagonists to meeting the 2030 agenda. Nature Sustainability, 2019, 2(3): 171-172.

10 Wu B F, Tian F Y, Zhang M, et al. Cloud services with big data provide a solution for monitoring and tracking Sustainable Development Goals. Geography and Sustainability, 2020, 1(1): 25-32.

11 Fu B J, Wang S, Zhang J Z, et al. Unravelling the complexity in achieving the 17 sustainable-development goals. National Science Review, 2019, 6 (3): 386-388.

12 郭华东. 地球大数据科学工程. 中国科学院院刊, 2018, 33(8): 818-824.

13 Guo H, Wang L, Liang D. Big Earth Data from space: A new engine for Earth science. Science Bulletin, 2016, 61(7): 505-513.

14 郭华东, 王力哲, 陈方, 等. 科学大数据与数字地球. 科学通报, 2014, 59(12): 1047-1054.

15 陈方. 地球大数据科学工程：认知地球的新引擎. 卫星与网络, 2018, (6): 42-43.

16 Guo H D, Chen F, Sun Z C, et al. Big Earth Data: A practice of sustainability science to achieve the Sustainable Development Goals. Science Bulletin, 2021, 66(11): 1050-1053.

17 Nilsson M, Griggs D, Visbeck M. Map the interactions between Sustainable Development Goals. Nature, 2016, 534: 320-322.

18 Fader M, Cranmer C, Lawford R, et al. Toward an understanding of synergies and trade-offs between water, energy, and food SDG targets. Frontiers in Environmental Science, 2018, 6: 112.

19 Steinberger J K, Roberts J T, Peters G P, et al. Pathways of human development and carbon emissions embodied in trade. Nature Climate Change, 2012, 2(2): 81-85.

20 Zhao S Q, Da L J, Tang Z Y, et al. Ecological consequences of rapid urban expansion: Shanghai, china. Frontiers in Ecology and the Environment, 2006, 4(7): 341-346.

21 Wang S J, Ma H T, Zhao Y B. Exploring the relationship between urbanization and the eco-environment-a case study of Beijing-Tianjin-Hebei region. Ecological Indicators, 2014, 45: 171-183.

22 张军泽, 王帅, 赵文武, 等. 可持续发展目标关系研究进展. 生态学报, 2019, 39(22): 8327-8337.

23 Céline E, Mayaux P, Verhegghen A, et al. National forest cover change in congo basin: Deforestation, reforestation, degradation and regeneration for the years 1990, 2000 and

2005. Global change biology, 2013, 19(4): 1173-1187.

24 Liu J G, Raven P H. China's environmental challenges and implications for the world. Critical Reviews in Environmental Science and Technology, 2010, 40(9-10): 823-851.

25 Xu Z M, Cheng G D, Chen D J, et al. Economic diversity, development capacity and sustainable development of china. Ecological Economics, 2002, 40(3): 369-378.

26 Yang C-J, Jackson R B. China's synthetic natural gas revolution. Nature Climate Change, 2013, 3(10): 852-854.

27 Chan C K, Yao X. Air pollution in mega cities in china. Atmospheric Environment, 2008, 42(1): 1-42.

28 Lu Y L, Song S, Wang R S, et al. Impacts of soil and water pollution on food safety and health risks in china. Environment International, 2015, 77: 5-15.

29 Rodell M, Famiglietti J S, Wiese D N, et al. Emerging trends in global freshwater availability. Nature, 2018, 557: 651-659.

30 Dalin C, Wada Y, Kastner T, et al. Groundwater depletion embedded in international food trade. Nature, 2017, 543: 700-704.

31 Liu J J, Coomes D A, Gibson L, et al. Forest fragmentation in china and its effect on biodiversity. Biological Reviews, 2019, 94(5): 1636-1657.

32 Di Minin E, Brooks T M, Toivonen T, et al. Identifying global centers of unsustainable commercial harvesting of species. Science Advances, 2019, 5(4): eaau2879.

33 中国科学院地球大数据科学工程. 地球大数据支撑可持续发展目标报告（2020）. (2020-09-15). https://www.fmprc.gov.cn/web/ziliao_674904/zt_674979/dnzt_674981/qtzt/2030kcxfzyc_686343/P020200927634068540177.pdf.

34 Liu Y L, Du J Q, Ding B Y, et al. Water resource conservation promotes synergy between economy and environment in China's northern drylands. Frontiers of Environmental Science & Engineering, 2022, 16(3): 28. doi: 10.1007/s11783-021-1462-y.

35 关婷, 薛澜. 世界各国是如何执行全球可持续发展目标（SDGs）的?. 中国人口·资源与环境, 2019, 29(1): 11-20.

36 Gleick P H. Water, drought, climate change, and conflict in syria. Weather, Climate, and Society, 2014, 6(3): 331-340.

37 邓铭江, 龙爱华. 中亚各国在咸海流域水资源问题上的冲突与合作. 冰川冻土, 2011, 33(6): 1376-1390.

38 Guo H. Big Earth data: A new frontier in Earth and information sciences. Big Earth Data, 2017, 1(1-2): 4-20.

39 Wu H, Zhang L, Zhang X. Cloud data and computing services allow regional environmental assessment: A case study of Macquarie-Castlereagh Basin, Australia. Chinese Geographic Science, 2019, 29(3): 394-404.

40 宁瑶, 刘雅莉, 杜剑卿, 等. 黄河流域可持续发展评估及协同发展策略研究. 生态学报, 2021, doi: 10.5846/stxb202012293308.

41 Wu B F, Zeng H W, Yan N N, et al. Approach for estimating available consumable water for human activities in a river basin. Water Resources Management, 2018, 32(7): 1-16.

Big Earth Data Promotes Assessment of Even Development

LIU Yali[1] WANG Yanfen[1,2*] DU Jianqing[1,2] GUO Huadong[3,4] WU Bingfang[1,3] FU Bojie[1,5]

(1 College of Resources and Environment, University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China;

2 Yanshan Earth Critical Zone and Surface Fluxes Research Station, Beijing 101408, China;

3 Aerospace Information Research Institute, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100094, China;

4 International Research Center of Big Data for Sustainable Development Goals, Beijing 100094, China;

5 Research Center for Eco-Environmental Sciences, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100085, China)

Abstract Uneven progresses have been widely detected among goals or regions in global sustainable development, which are ascribed to the heterogeneous resource and environmental conditions and trade-offs among goals. In-depth understanding and efforts to reduce such uneven progresses are essential for the holistic achievement of the sustainable development goals (SDGs). This study discusses how bBig Earth Data supports the assessment of the even development among targets and regions by pointing out its advantages in providing high-frequency and more timely data products with higher spatial resolution for the currently poorly achieved SDGs regarding essential human needs and environmental protection. Moreover, the Big Earth Data brings deeper insights into the pattern and cause of the uneven development and disentangles the core issues that restrict the holistic achievement of SDGs.

Keywords sustainable development goals (SDGs), Big Earth Data, even development, synergy, trade-off



刘雅莉 中国科学院大学博士后。从事生态系统管理和可持续发展相关研究，围绕评估方法优化和适应性管理等领域开展了一系列工作。主持国家自然科学基金委青年基金和中国博士后科学基金特别资助各1项，在*National Science Review*、*Geoderma*等期刊发表论文10余篇。E-mail: liuyali@ucas.ac.cn

LIU Yali Postdoctor of University of Chinese Academy of Sciences (UCAS). She is engaged in research on ecosystem management and sustainable development, and has conducted series of research on the assessment method optimization and adaptive management. She has hosted two national research projects and published more than 10 papers in major scientific journals such as *National Science Review*, *Geoderma*, etc. E-mail: liuyali@ucas.ac.cn



王艳芬 中国科学院大学教授。长期从事土壤生态学、生态系统生态学研究，在碳氮周转的生物地球化学过程及其适应性管理等领域取得了系统性原创成果。中国生态学学会副理事长、中国自然资源学会副理事长、国际山地综合发展中心（ICIMOD）独立理事，《生态学杂志》副主编、*Journal of Soils And Sediments*编辑。中国科学院战略性先导科技专项（A类）“泛第三极环境变化与绿色丝绸之路建设”总体组成员和项目五共同负责人，主持国家自然科学基金委重大项目、国家重点研发计划项目等。在*National Science Review*、*PNAS*、*Global Change Biology*和《科学通报》等期刊发表论文200余

*Corresponding author

篇。E-mail: yfwang@ucas.ac.cn

WANG Yanfen Professor of University of Chinese Academy of Sciences (UCAS). She specializes in soil ecology and ecosystem ecology, and has a series of innovative achievements in the biogeochemical processes of carbon and nitrogen turnover and the adaptive management. She presently serves as the vice chairman of both Ecological Society of China and China Society of Natural Resources, the independent board member of the International Center for Integrated Mountain Development (ICIMOD), the associate editor of *Chinese Journal of Ecology*, and the editor of *Journal of Soils and Sediments*. She has hosted a number of national research projects and published more than 200 papers in major scientific journals such as *National Science Review*, *PNAS*, *Global Change Biology*, etc.
E-mail: yfwang@ucas.ac.cn

■责任编辑：张帆